

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-256238

(43)Date of publication of application : 17.10.1990

---

(51)Int.Cl.

H01L 21/3205  
H01L 21/285

---

(21)Application number : 01-124445

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 19.05.1989

(72)Inventor : AWAYA NOBUYOSHI  
ARITA MUTSUNOBU

---

(30)Priority

Priority number : 63124006  
63326063

Priority date : 23.05.1988  
26.12.1988

Priority country : JP

JP

---

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR GROWING THIN METALLIC FILM

### (57)Abstract:

PURPOSE: To selectively grow gold or copper at a specific position on a substrate by utilizing such a phenomenon that material compound of gold or copper decomposes on metal or metal silicide while it does not decompose on oxide or nitride.

CONSTITUTION: Organic complex of gold or copper or a material comprising organic metal is heated and vaporized, and a substrate having on the surface a first material comprising metal or metal silicide and a second material comprising oxide or nitride is heated to such temperature to decompose the material gas or higher. Then while the vaporized material gas is maintained at temperature lower than its decomposition temperature, it is supplied onto the heated substrate together with reduction gas so that gold or copper is selectively grown on the surface of the first material. In this case by selecting the material of a sample substrate surface, gold or copper can be grown on an entire surface of the sample while changing the material at a specific portion of the sample surface from the material at another portion, copper and gold can be selectively grown at the portion.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-256238

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)10月17日

H 01 L 21/3205  
21/285

C

7738-5F  
6810-5F  
6810-5F

H 01 L 21/88

K  
B

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全12頁)

⑮ 発明の名称 金属薄膜成長方法および装置

⑯ 特 願 平1-124445

⑰ 出 願 平1(1989)5月19日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)5月23日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-124006

㉑ 昭63(1988)12月26日 ㉒ 日本(JP) ㉓ 特願 昭63-326063

㉔ 発 明 者 栗 屋 信 義 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

㉕ 発 明 者 有 田 睦 信 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

㉖ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉗ 代 理 人 弁理士 谷 義 一

明 細 書

項1に記載の金属薄膜成長方法。

1. 発明の名称

金属薄膜成長方法および装置

2. 特許請求の範囲

1) 金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させ、金属または金属シリサイドからなる第1の材料および酸化物もしくは窒化物からなる第2の材料を表面に有する基板を前記原料のガスの分解温度以上に加熱し、前記蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、前記加熱された基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を前記第1の材料の表面上にのみ選択的に成長させることを特徴とする金属薄膜の成長方法。

2) 前記原料が銅または金のβ-ジケトナト化合物および銅または金のシクロペンタジニエル化合物の少なくとも1種であることを特徴とする請求

3) 半導体基板上に酸化物または窒化物からなる絶縁層を形成する工程と;

前記絶縁層の所定の位置に孔を開けて、前記基板の表面を露出させる工程と;

前記露出させた基板表面上にアルミニウム、シリコン、チタン、タングステン、クロム、モリブデン、ジルコニウム、タンタル、バナジウムまたはこれらのシリサイドの少なくとも1種からなる下地層を形成する工程と;

金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と;

前記基板を前記原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と;

前記蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、前記加熱された基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を前記下地層の表面上にのみ選択的に成長させ、前記孔を埋める工程とを有することを特徴とする金属薄膜

の成長方法。

4) 金属もしくは金属シリサイドからなる下地層上に酸化物もしくは窒化物からなる第2の層を形成する工程と；

前記第2の層の所定の位置に孔を開けて前記下地層を露出させる工程と；

金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と；

前記下地層を前記原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と；

前記蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、前記加熱された下地層および第2の層上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を前記下地層の表面上にのみ選択的に成長させる工程とを有することを特徴とする金属薄膜の成長方法。

5) 半導体基板上に絶縁膜を設ける工程と；

該絶縁膜の所定の位置に孔を開け、前記基板の

地層の表面上にのみ選択的に成長させる工程とを有することを特徴とする金属薄膜の成長方法。

6) 半導体基板上に絶縁膜を設ける工程と；

該絶縁膜の所定の位置に孔を開け、前記基板の表面を露出させる工程と；

前記絶縁膜および前記露出した基板表面上に多結晶シリコン層を形成する工程と；

前記多結晶シリコン層を形状加工する工程と；

前記多結晶シリコン層上に第2の絶縁膜を設ける工程と；

前記第2の絶縁膜の所定の位置に孔を開けて前記多結晶シリコン層の表面を露出する工程と；

前記露出された多結晶シリコン層上にアルミニウム、チタン、タングステン、モリブデン、クロム、ジルコニウム、タンタル、バナジウムおよびそれらのシリサイドの少なくとも1種からなる下地層を形成し、前記孔を埋める工程と；

金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と；

表面を露出させる工程と；

前記絶縁膜および前記露出した基板表面上に多結晶シリコン層を形成する工程と、

前記多結晶シリコン層上にアルミニウム、チタン、タングステン、モリブデン、クロム、ジルコニウム、タンタル、バナジウムおよびそれらのシリサイドの少なくとも1種からなる下地層を形成する工程と；

前記多結晶シリコン層および前記下地層を形状加工する工程と；

前記下地層上に第2の絶縁膜を設ける工程と；

前記第2の絶縁膜の所定の位置に孔を開けて前記下地層の表面を露出する工程と；

金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と；

前記基板を前記原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と；

前記蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、前記加熱された基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を前記下

前記基板を前記原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と；

前記蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、前記加熱された基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を前記下地層の表面上にのみ選択的に成長させる工程とを有することを特徴とする金属薄膜の成長方法。

7) 排気可能な反応室と；

前記反応室内に設けられた試料を固定し、かつ加熱するための試料保持手段と；

原料を収納する原料容器と；

前記原料容器内の原料を蒸発させるための加熱手段と；

前記原料容器と連結し、前記反応室内で前記試料保持手段と対向する面に前記原料ガスを還元性ガスと共に噴射させる噴射孔を有するガス噴射手段と；

前記ガス噴射手段の前記噴射口近傍に熱交換媒体を循環させる熱交換手段とを有することを特徴

とする金属薄膜成長装置。

(以下余白)

高いタングステンおよびモリブデンは電気抵抗が高く、そのためそれらを配線材料として用いると半導体集積回路の高速化を妨げる要因となる。そこで低抵抗かつマイグレーション耐性の高い銅または金の配線を化学気相成長(CVD)法で実現すること、特に孔内を銅または金で充填し得る選択的CVD法の実現が望まれている。

銅のCVD法による成長は米国特許2,833,676および2,704,728号に開示されている。しかしこれらの方法は基板の材質にかかわらず、基板の全面に銅を成長させる方法であって、微細な孔を銅で充填するには適していない。CVD法を用いて、タングステン、モリブデンまたはアルミニウムを選択的に成長させる方法は多数報告されている。

米国特許3,897,342号にはCVD法によって基板上に銅を選択的に成長させる方法が開示されている。この方法は基板上への金属の堆積と基板材料のエッチングとの競合を利用したものである。すなわち、原料ガスであるヘキサフルオロアセチルアセトナト銅とともに、弗酸または弗化イオウ等の

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は金属薄膜を成長させる方法およびその装置に関し、特に半導体集積回路における金属配線および多層配線の層間接続に適した金属薄膜の成長方法および成長装置に関する。

#### 〔従来の技術〕

半導体集積回路の高集積化にともない配線の細線化および多層化が要求されている。多層の配線間の接続のための孔(コンタクトホール、スルーホール)も微細化が求められている。そのために、従来の金属蒸着やスパッタ法による方法では孔を充填することが難しくなっている。

さらに、配線の細線化に伴って電流密度が上昇する。従来配線材料として用いられていたアルミニウムは、電流密度の上昇によるエレクトロマイグレーションまたは応力によるストレスマイグレーションによって破断し易く、配線材料としては材料的限界にきている。マイグレーション耐性の

エッチングガスを反応室内に導入し、ボロンガラス、リンガラスまたはソーダガラスからなる基板に対してはエッチング反応、基板上に形成したタングステン、クロムまたは酸化シリコン膜上では銅の堆積反応を起こさせ、その結果として基板上の特定の部位に銅を選択的に成長させている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

しかし従来の銅の選択成長法では、前述したように、基板材料のエッチングと堆積の競合を用いるため、膜の堆積とともに基板の形状が変化し、加工寸法の誤差が大きく、微細加工技術との整合をとることができない。さらに、従来の選択成長法ではスルーホールまたはコンタクトホール内に金属を選択的に成長させ、多層配線間の電氣的な接続を行うことは不可能であった。

本発明の目的は、基板上の特定の位置に金または銅を選択的に成長させる方法を提供することである。

本発明の他の目的は、半導体集積回路の金属配

線に好適な金または銅の選択成長法を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、半導体集積回路の高集積化のための微細配線に適した金または銅の選択成長法を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、半導体集積回路の多層配線の層間接続に適した金または銅の選択成長法を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、金または銅の選択成長を安定して行うための装置を提供することである。

#### [課題を解決するための手段]

本発明方法の第1の形態は、金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させ、金属または金属シリサイドからなる第1の材料および酸化物もしくは窒化物からなる第2の材料を表面に有する基板を原料のガスの分解温度以上に加熱し、蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、加熱された

シリサイドからなる下地層上に酸化物もしくは窒化物からなる第2の層を形成する工程と、第2の層の所定の位置に孔を開けて下地層を露出させる工程と、金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と、下地層を原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と、蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、加熱された下地層および第2の層上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を下地層の表面上にのみ選択的に成長させる工程とを有することを特徴とする。

本発明方法の第4の形態は、半導体基板上に絶縁膜を設ける工程と、絶縁膜の所定の位置に孔を開け、基板の表面を露出させる工程と、絶縁膜および露出した基板表面上に多結晶シリコン層を形成する工程と、多結晶シリコン層上にアルミニウム、チタン、タングステン、モリブデン、クロム、ジルコニウム、タンタル、バナジウムおよびそれらのシリサイドの少なくとも1種からなる下地層を形成する工程と、多結晶シリコン層および

基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を第1の材料の表面上にのみ選択的に成長させることを特徴とする。

本発明方法の第2の形態は、半導体基板上に酸化物または窒化物からなる絶縁層を形成する工程と、絶縁層の所定の位置に孔を開けて、基板の表面を露出させる工程と、露出させた基板表面上にアルミニウム、シリコン、チタン、タングステン、クロム、モリブデン、ジルコニウム、タンタル、バナジウムまたはこれらのシリサイドの少なくとも1種からなる下地層を形成する工程と、金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と、基板を原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と、蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、加熱された基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を下地層の表面上にのみ選択的に成長させ、孔を埋める工程とを有することを特徴とする。

本発明方法の第3の形態は、金属もしくは金属

下地層を形状加工する工程と、下地層上に第2の絶縁膜を設ける工程と、第2の絶縁膜の所定の位置に孔を開けて下地層の表面を露出する工程と、金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と、基板を原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と、蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、加熱された基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を下地層の表面上にのみ選択的に成長させる工程とを有することを特徴とする。

本発明方法の第5の形態は、半導体基板上に絶縁膜を設ける工程と、絶縁膜の所定の位置に孔を開け、基板の表面を露出させる工程と、絶縁膜および露出した基板表面上に多結晶シリコン層を形成する工程と、多結晶シリコン層を形状加工する工程と、多結晶シリコン層上に第2の絶縁膜を設ける工程と、第2の絶縁膜の所定の位置に孔を開けて多結晶シリコン層の表面を露出する工程と、露出された多結晶シリコン層上にアルミニウム、

チタン、タングステン、モリブデン、クロム、ジルコニウム、タンタル、バナジウムおよびそれらのシリサイドの少なくとも1種からなる下地層を形成し、孔を埋める工程と、金もしくは銅の有機錯体または有機金属からなる原料を加熱して蒸発させる工程と、基板を原料のガスの分解温度以上に加熱する工程と、蒸発させた原料のガスを、その分解温度より低い温度に保ったまま、加熱された基板上に還元性ガスと共に供給し、金または銅を下地層の表面上にのみ選択的に成長させる工程とを有することを特徴とする。

本発明装置は、排気可能な反応室と、反応室内に設けられた試料を固定し、かつ加熱するための試料保持手段と、原料を収納する原料容器と、原料容器内の原料を蒸発させるための加熱手段と、原料容器と連結し、反応室内で試料保持手段と対向する面に原料ガスを還元性ガスと共に噴射させる噴射孔を有するガス噴射手段と、ガス噴射手段の噴射口近傍に熱交換媒体を循環させる熱交換手段とを有することを特徴とする。

である。反応室1は排気孔2を通して、図示しない排気系により排気可能である。試料基板4を板ばね5で保持する基板ホルダ3が反応室1内に設けられている。ヒータ6が基板ホルダ3に内蔵され、基板4を所定の温度に加熱できる。金または銅の有機錯体または有機金属化合物からなる原料8を収容する原料容器7が反応室1の外側に設置されている。反応室1内において基板ホルダ3と対向するガス噴射板9がパイプ10およびバルブ11を介して原料容器7に連結されている。ガス噴射板9には多数の微細なガス噴射孔12が設けられている。原料容器7、パイプ10およびバルブ11をヒータ13によって所定の温度に加熱することができ、一方ガス噴射板9を内蔵されているヒータ14によって所定の温度に加熱することができる。還元性のキャリアガス、例えば水素がパイプ15を通して原料容器7内に導入される。図中16は、リング、17は支持台を示す。こうして原料容器7内で加熱され、蒸発した原料ガスは水素とともにガス噴射口12から噴射され、基板ホルダ3に固定さ

# [作 用]

本発明は、金または銅の原料化合物が金属または金属シリサイド上では分解し、酸化物または窒化物上では分解しないことを利用し、金または銅を基板上の特定材質上に選択的に成長させる。

本発明によれば下地材料の違いにより金または銅の薄膜を自己整合的に形成することが可能である。従って、半導体装置の配線において、微細でかつ深いコンタクトホールまたはスルーホールに金属を完全に充填することを可能にし、配線パターンの高集積化および低容量化を実現できる。さらにコンタクト部、スルーホール部の平坦化に寄与する。

# [実施例]

以下に図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図に金または銅の薄膜を試料表面の特定の箇所に選択的に成長させるための装置の一例を示す。この装置は通常の減圧CVD装置と類似の装置

れた試料基板4の表面上に供給される。多くの実験の結果、原料ガスは試料基板4の表面の材質に応じ、ある特定の材質、アルミニウム、チタン、クロム、ジルコニウム、タングステン、モリブデン、タンタル、バナジウムまたはそれらのシリサイドの上では分解して金または銅が成長し、他の特定の材質、酸化シリコンなどの金属酸化物、窒化シリコン、窒化チタンなどの窒化物の上では分解せず、従って金または銅が成長しないことが判明した。これは原料ガスが還元性ガスによって還元され、分解する反応に対する各種材質の触媒作用の差によるものである。従って試料基板表面の材質を選ぶことによって、試料の全面に金または銅を成長させることができ、さらに試料表面の特定の位置の材質を他の位置の材質と変化させることによって、その特定の位置上に金または銅を選択的に成長させることもできる。その際、ガス噴射口12、すなわちガス噴射板9の温度および試料基板4の温度を正しく定めることが重要である。

第2図にガス噴射口および試料基板の温度による

金または銅の成長状態の変化を模式的に示す。ガス噴射口12の温度が原料の固化析出温度 $T_v$ 以下の領域Aは、蒸発した原料ガスがガス噴射板9上で固化し、ガス状態で噴射されることはない。従ってこの領域は試料基板の温度に関係なく、金または銅の成長は生じない領域である。ガス噴射口12の温度が原料ガスの分解温度 $T_d$ 以上の領域Bは、原料ガスが分解し、金または銅が原子または分子状態となって試料基板の表面に到達し、従って試料基板の表面の材質によらず、その全面に成長する領域である。ガス噴射口12の温度は、従って、原料の固化析出温度 $T_v$ より高く、かつ蒸発した原料ガスの分解温度 $T_d$ より低くなければならない。一方試料基板の温度が、その上に金または銅を選択成長させるべき特定材質上での原料ガスの分解温度 $T_d$ より低ければ、試料基板の表面に供給された原料ガスは分解せず、従って金または銅は成長しない。領域Cはかかる温度領域を示す。ガス噴射口12の温度が原料である有機錯体または有機金属の固化析出温度 $T_v$ より高く、かつ分解温度 $T_d$ より

低く、試料基板の温度がその上に金または銅を選択成長させるべき材質上での原料ガスの分解温度 $T_d$ 以上である領域Dにおいてのみ、金または銅を試料基板の表面の特定の個所に選択成長させることができる。なおガス噴射板9をアルミニウム、チタンなどの金属製とすれば、上に述べた2つの分解温度 $T_v$ と $T_d$ は実質的に等しくなる。試料基板の温度が高すぎ、 $T_d$ を越えた領域Eでは、選択成長した金または銅の結晶粒が粗大化し、その表面が粗れるので好ましくない。 $T_d$ の値は厳密ではない。試料基板の温度は $T_d$ 以上であり、かつ $T_d$ を200℃程度以上越えないことが好ましい。特に半導体集積回路の製造工程に本発明の方法を組み込む場合は、試料の温度を高くすることは好ましくない。

出発原料としては、ビスアセチルアセトナト銅、ビスヘキサフロロアセチルアセトナト銅、ビスジビロイルメタナト銅、ジメチル金ヘキサフロロアセチルアセトナト、ジメチル金アセチルアセトナトなどの銅または金のβ-ジケトナト化合

物またはシクロペンタジエニルトリエチルホスフィン銅等の銅または金のシクロペンタジエニル化合物またはそれらの混合物を用いることができる。

#### 実施例1

ビスヘキサフロロアセチルアセトナト銅を原料として銅の選択成長実験を行った。原料容器7内のビスヘキサフロロアセチルアセトナト銅を70℃に加熱し、キャリアガスである水素と共に、ガス噴射板9の噴射口12から噴射して試料基板4の表面に供給した。ガス噴射口12の温度を150℃、試料温度を350℃、水素の流量を160ml/min、反応室内の圧力を1000Paとした時、酸化シリコン、窒化シリコン、窒化チタン等の金属酸化物および酸化物の上には堆積反応が起きないのに対し、アルミニウム、チタン、タングステン、クロム、モリブデン、ジルコニウム、タンタル、バナジウム等の金属およびそれらの金属シリサイド上には約100Å/minの速度で銅が成長した。

酸化シリコン、窒化シリコン、窒化チタンなど銅の堆積が起きない材料の表面のエッチングは全く認められなかった。金属酸化物または酸化物上の特定の位置に上述した金属または金属シリサイドの少なくとも1種を配位して同じ条件で成長を行わせたところ、金属または金属シリサイド上にはのみ銅が約100Å/minの速度で選択的に成長した。この選択成長は酸化物または酸化物のエッチングを伴わない、純粋な選択成長であった。

原料容器の温度50～150℃、ガス噴射口の温度50～200℃、試料の温度250～450℃、水素流量100～1000ml/min、反応室内の圧力200～5000Paの範囲で銅の選択成長を行わせることができた。ガス噴射口の温度が200℃を越えると試料の全面に銅が堆積した。

この条件は反応室が直径30cmの円筒形、基板ホルダの直径およびガス噴射板の直径がそれぞれ20cm、多数のガス噴射口の直径がそれぞれ1mm、基板ホルダとガス噴射板との距離が5cm、原料容器は150gの原料を収納可能な容器を用いた時のも

のであるが、ガス流量および反応室内の圧力が装置形状に依存して変化し得ることは他の半導体プロセスと同様である。

ビスアセチルアセトナト銅およびジメチル金アセチルアセトナトを用いる場合は原料容器の温度を100℃から150℃、ビスジビバロイルメタナト銅およびジメチル金ヘキサフロロアセチルアセトナトを用いる場合は原料容器の温度を70℃から180℃、かつそれぞれ基板温度を200℃から450℃に設定することで同様の反応が可能である。シクロペンタジエニルトリエチルホスフィン銅を用いる場合は、原料容器の温度を50℃から120℃に、基板温度を200℃から350℃の範囲とし、水素ガスをキャリアとして導入し、反応室内の圧力500Paから5000Paの範囲で同様の反応が可能である。上述した各原料を混合して用いることも可能である。

#### 実施例 2

本発明による金属の選択成長を半導体基板から

ドレインへの拡散を防ぐ役割を果たす。

#### 実施例 3

第4図に本発明の金属薄膜成長法を利用した多層配線の形成方法および得られた多層配線構造を示す。

第3図の工程を終えた半導体基板18の絶縁膜19の上にアルミニウムまたは銅または金による第1層目の配線22を形成する(第4図(A))。層間絶縁膜23として酸化シリコンを堆積した後食刻し、孔23Aを開ける(第4図(B))。以上の工程は通常のリソグラフィ工程によって行われる。次に実施例1で説明した方法で、孔23A内に、すなわち第1層目の配線22の露出された部分の上に、銅または金24を選択成長させ、孔23Aを平坦化する(第4図(C))。最後に第4図(D)に示すように、2層目のアルミニウムまたは銅または金の配線25を通常の方法で形成する。こうしてソース/ドレイン18A-金属層21-配線層22-金属層24-配線層25が電気的に接続されて多層配線が完成する。

の配線取り出しに適用した一例を第3図に示す。本例はMOSFETのソース/ドレインからの配線取り出しを例としたものである。

シリコンなどの半導体基板18の上に絶縁膜19、例えば酸化シリコンを形成し、通常のリソグラフィ法によって、絶縁膜19に半導体基板18の表面に達する孔19Aをあける。ついでドーピングを行ってソース/ドレイン18Aを形成する。(第3図(A))。ついで第3図(B)に示すように、拡散バリア層20として、スパッタリングその他の公知の方法で、タングステン、モリブデン、チタン、ジルコニウム、クロム、タンタル、バナジウムまたはそれらのシリサイドを露出した半導体(ソース/ドレイン)上に選択的に形成する。その後、実施例1で述べた方法で、第3図(C)に示すように銅または金21を拡散バリア層20上に選択的に堆積して孔を埋める。このようにして、半導体基板の所定の位置から配線の取り出しが行われる。

拡散バリア層20は銅をその上に選択的に成長させるための下地層となるとともに、銅のソース/

なお、第1層目の配線22および第2層目の配線25の形成は、第1図に示した装置を用いCVD法によって行うことができる。すなわちアルミニウム、銅または金の有機錯体または有機金属からなる原料を蒸発させ、原料ガスをその分解温度以上に加熱したガス噴射口から噴射させることによって、絶縁層19(23)および選択成長させた金属または銅21(24)上の全面にアルミニウム、銅または金を成長させ、必要に応じ所定のパターニングを行って配線層とすることもできる。

#### 実施例 4

第5図に層間絶縁膜を間に挟む第1層の多結晶シリコン配線と第2層の金属配線の間の接続に本発明の金属薄膜成長法を用いた例を示す。

まず第5図(A)に示すように、半導体基板18のソース/ドレイン18Aからの電極を形成するために、多結晶シリコン26を酸化シリコン膜19上に堆積する。次に、多結晶シリコン膜26上に、チタン、タングステン、クロム、モリブデン、ジルコ



ニウム、タンタル、バナジウムまたはそれらのシリサイドのうちの少なくとも1種による下地層27を通常の方法で形成する。

次に第5図(B)に示すように、多結晶シリコン28および下地層27を電極の形状に加工した後絶縁層23を堆積し、孔23Aを開孔する。

さらに第5図(C)のように実施例1で説明した方法で孔23A内に銅または金24を選択成長させ、その表面を平坦化する。

最後に第5図(D)に示すように、2層目の金属配線25、例えばアルミニウムを形成して多層配線が完成する。

第6図および第7図は本発明による方法を用いて作製した多層配線構造の他の形態を示す。

第6図は第5図(D)に示した多結晶シリコン28と金属層27の間に導電性の金属窒化物層28、例えば窒化チタンを挟んだものである。これにより、銅または金24のシリコンへの拡散を防ぎ、より信頼性の高い構造にすることもできる。

第7図は第6図に示した多結晶シリコン28の表

らなる配線層31をアルミニウム、チタン、クロム、ジルコニウム、タングステン、モリブデン、タンタル、バナジウムまたはそれらのシリサイド32でサンドイッチ構造にした点である。各層31および32はCVD法によって形成され、配線層間の接続は上述した本発明による方法で選択成長させた銅または金を用いて行う。

アルミニウムを配線に用いた場合は、金または銅と直接接触すると加熱処理により高抵抗の合金ができることになるので、上下に拡散を防ぐチタン、クロム、ジルコニウム、タングステン、モリブデン、タンタル、バナジウムまたはそれらのシリサイドを用いることによりこれを防ぐことができる。

銅または金配線を用いる場合は低抵抗化、およびマイグレーション耐性強化を図ることができ、アルミニウム、チタン、クロム、ジルコニウム、タングステン、モリブデン、タンタル、バナジウムまたはそれらのシリサイドは銅または金24の選択成長の下地となるとともに、層間絶縁膜23との

面を通常の方法で合金化して金属シリサイド29にすることにより、低抵抗化を図った構造のものである。

第5図(B)に示した工程において、多結晶シリコン26と選択成長の下地層17を同時に加工できない場合は、第8図(A)のように多結晶シリコン26を電極形状に加工した後、層間絶縁膜23をその上に形成する。そして絶縁膜23を開孔した後、露出した多結晶シリコン28の上に公知の方法でアルミニウム、チタン、タングステン、モリブデン、クロム、ジルコニウム、タンタル、バナジウムまたはそれらのシリサイドからなる下地層30を形成する。その後、第8図(B)に示すように、実施例1の方法で孔23A内に銅または金24を選択成長させる。

#### 実施例5

第9図に第4図(D)に示した配線構造の性能をさらに向上させる多層配線構造を示す。第4図(D)との相異は銅または金またはアルミニウムか

密着性の強化、銅に対してはその腐蝕の防止の役割を担う。

第3図～第9図の各図においては、MOSFETのソース/ドレイン領域近傍のみを示したが、本発明はこれに限られることなく、半導体装置における配線の形成に広く適用できることは明らかである。半導体基板もシリコンに限られず、GaAsをはじめとする化合物半導体へも本発明は適用可能である。

第10図に本発明による方法を実施する金属選択成長装置の一実施例を示す。熱交換器33から、配管34および35を経てガス噴射板9のガス噴射口12の近傍に熱交換媒質、例えばシリコンオイルを循環させる。加熱された試料4と対向しているガス噴射板9は試料4からの放射または熱伝導によって、その温度が変動し易い。しかし第10図に示した熱交換器によって、一定の温度、例えば150℃に加熱された熱交換媒質を循環させることによって、ガス噴射口12の温度を一定に保ち、長時間にわたって安定に金または銅の堆積を行わせるこ

とができる。

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、下地材料の違いにより金または銅の薄膜を自己整合的に形成することが可能である。従って、本発明方法を用いて半導体装置の配線において微細で深いコンタクトホール、スルーホールに金属を充填することが可能であり、配線パターンの高集積化および低容量化を実現できる。さらに本発明はコンタクト部の平坦化に寄与する。また本発明によれば、従来の選択成長に用いられたタングステン、モリブデンに比べ抵抗が低く、配線における遅延をなくし高速化を実現でき、さらに、金および銅はアルミニウムの選択成長では困難なアルミニウムやチタンの上に容易に選択成長できることにより、多層配線を可能にすることができ、半導体装置の高集積化が可能になる。以上のように本発明を用いることにより半導体装置の高集積化、高速化を実現することができる。

- 1 … 反応室、
- 3 … 基板ホルダ、
- 4 … 試料基板、
- 6, 13, 14 … ヒータ、
- 7 … 原料容器、
- 8 … 原料、
- 9 … ガス噴射板、
- 12 … ガス噴射孔、
- 18 … 半導体基板、
- 18A … ソース／ドレイン、
- 19 … 絶縁膜、
- 19A … 孔、
- 20 … 拡散バリア層、
- 21 … 銅（金）、
- 22 … 配線層、
- 23 … 層間絶縁膜、
- 24 … 銅（金）、
- 25 … 配線層、
- 26 … 多結晶シリコン、
- 27, 30 … 下地層、

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に使用する金属薄膜成長装置の一例を示す断面図、

第2図は本発明による選択成長が行われる条件を示す模式図、

第3図は本発明の方法を用いた半導体基板からの配線取り出しの工程を示す断面図、

第4図は本発明の方法を用いた多層配線形成の工程を示す断面図、

第5図は本発明の方法を用いた多層配線形成の他の工程を示す断面図、

第6図および第7図はそれぞれ本発明の方法によって作製された多層配線構造を示す断面図、

第8図は本発明の方法を用いた多層配線形成のさらに他の工程を示す断面図、

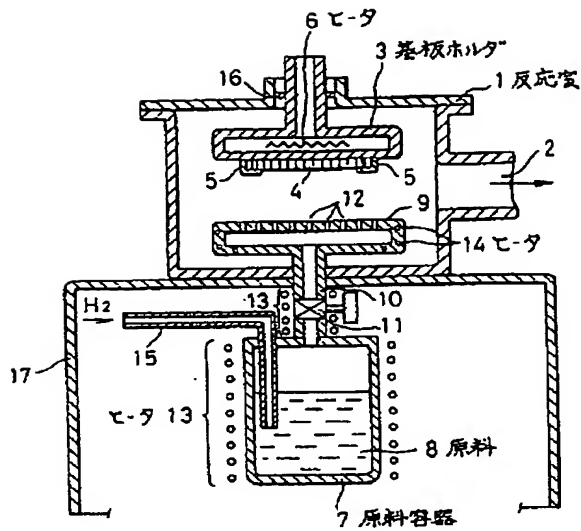
第9図は本発明の方法によって作製された多層配線構造の他の例を示す断面図、

第10図は本発明による金属薄膜成長装置の一例の施例を示す断面図である。

- 28 … 金属窒化物層、
- 29 … 金属シリサイド、
- 31 … 配線層、
- 32 … 金属または金属シリサイド、
- 33 … 熱交換器。

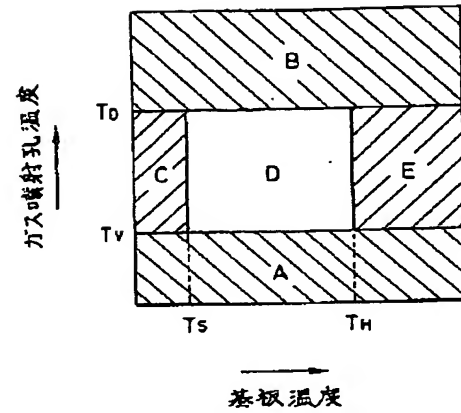
特許出願人 日本電信電話株式会社

代理人 弁理士 谷 義 一

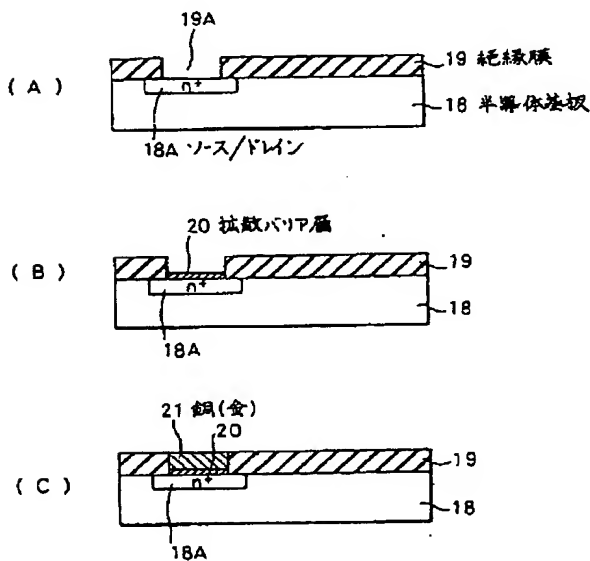


4: 試料基板  
9: ガス噴射板  
12: ガス噴射孔

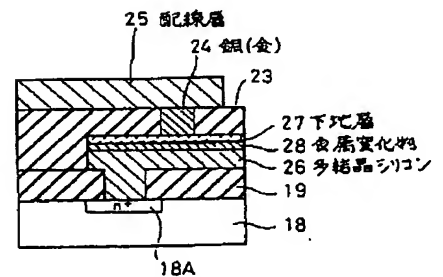
本発明に使用する金属薄膜成長装置の一例の断面図  
第 1 図



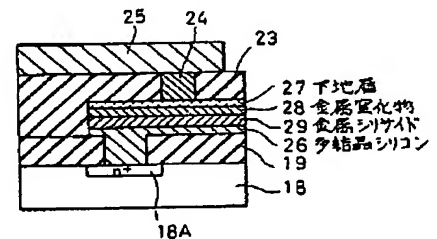
本発明における選択成長が行われる条件を示す模式図  
第 2 図



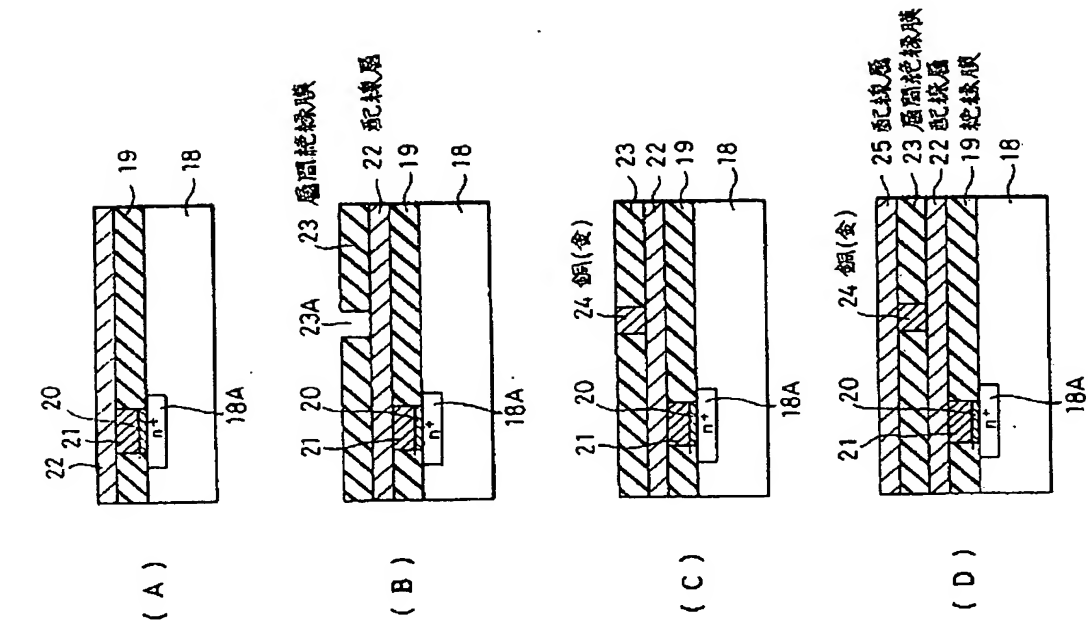
本発明による半導体基板からの配線取り出しの工程を示す断面図  
第 3 図



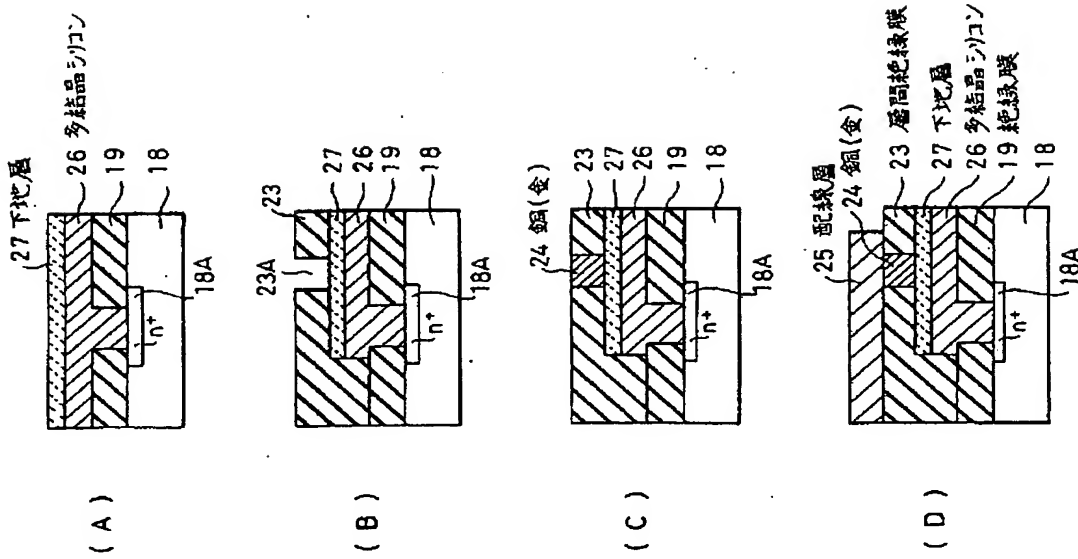
本発明による多層配線構造を示す断面図  
第 6 図



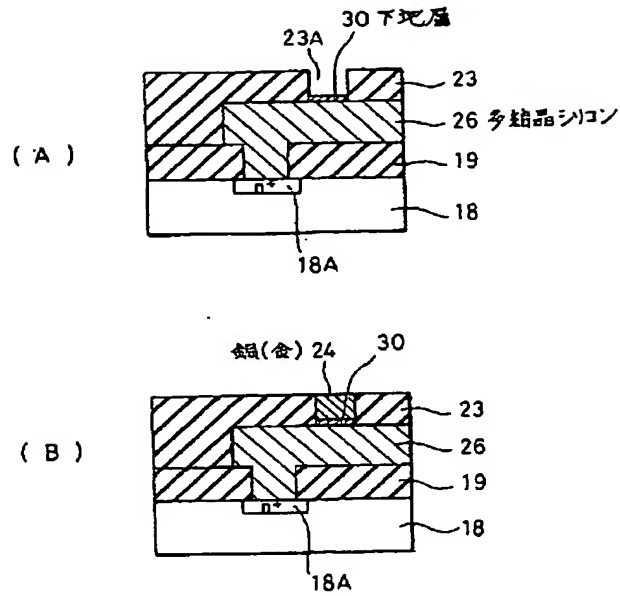
本発明による多層配線構造を示す断面図  
第 7 図



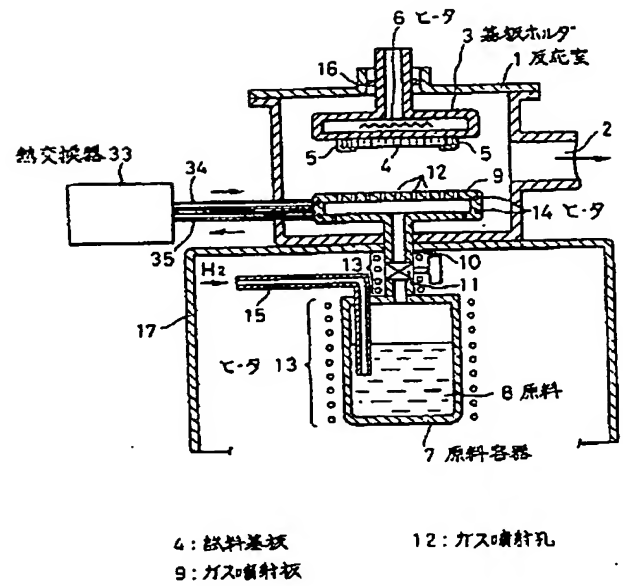
第 4 図  
本発明による多層配線形成の工程を示す断面図



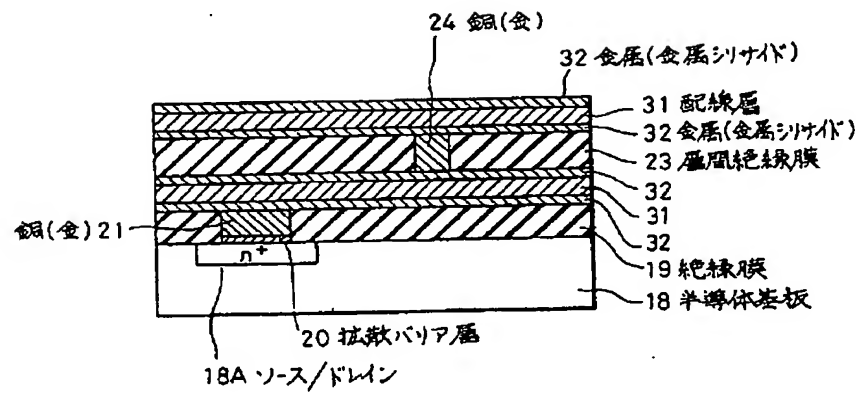
第 5 図  
本発明による多層配線形成の他の工程を示す断面図



本発明による多層配線形成の他の工程を示す断面図  
第 8 図



金属薄膜成長装置の実施例を示す断面図  
第 10 図



本発明による多層配線構造の他の例を示す断面図  
第 9 図